

17.11.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 1 月 1 9 日
Date of Application:

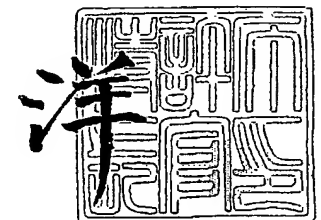
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 8 8 7 0 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 8 8 7 0 7]

出 願 人 株式会社巴川製紙所
Applicant(s):

2 0 0 5 年 1 月 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 1 1 9 7 8 C

【書類名】 特許願
【整理番号】 145-48
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 6/00
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県静岡市用宗巴町3番1号 株式会社巴川製紙所 技術研究
 所内
 【氏名】 鈴木 正義
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県静岡市用宗巴町3番1号 株式会社巴川製紙所 技術研究
 所内
 【氏名】 佐々木 恭一
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県静岡市用宗巴町3番1号 株式会社巴川製紙所 技術研究
 所内
 【氏名】 小林 辰志
【特許出願人】
 【識別番号】 000153591
 【氏名又は名称】 株式会社 巴川製紙所
 【代表者】 井上 善雄
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 013169
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

光伝送媒体および光学部品と屈折率整合性を有する粘着性接続部材が、互いに対向する該光伝送媒体の端面もしくは該光伝送媒体と光学部品との間に介在することを特徴とする光学接続構造。

【請求項 2】

前記粘着性接続部材の接続点における接続後の厚みが、 $50\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の光学接続構造。

【請求項 3】

前記粘着性接続部材が、光伝送媒体の端面に対応して変形していることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の光学接続構造。

【請求項 4】

前記変形が波状であることを特徴とする請求項 3 記載の光学接続構造。

【請求項 5】

前記光伝送媒体と前記粘着性接続部材の接触面の中心から該粘着性接続部材の周縁部までの距離の最小値 D と、該光伝送媒体の半径 R とが、

$$R < D \leq 60R$$

の関係を満たすことを特徴とする請求項 4 記載の光学接続構造。

【請求項 6】

前記粘着性接続部材の周縁部に支持材が具備されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 記載の光学接続構造。

【請求項 7】

互いに対向する前記光伝送媒体の端面もしくは前記光伝送媒体と前記光学部品との間に粘着性接続部材が介在した構造において、該粘着性接続部材が接続用整列部材の溝に担持されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 記載の光学接続構造。

【請求項 8】

前記光伝送媒体が、多心の光ファイバであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 記載の光学接続構造。

【請求項 9】

光伝送媒体および光学部品と屈折率整合性を有する粘着性接続部材を用いて、該光伝送媒体の端面同士もしくは該光伝送媒体の端面と光学部品を接続する方法であって、互いに対向する該光伝送媒体の端面、もしくは該光伝送媒体の端面と光学部品の間に粘着性接続部材を配置する工程と、一方の光伝送媒体の端面を粘着性接続部材に密着するまで移動する工程と、該一方の光伝送媒体の端面を、前記粘着性接続部材が変形をともなって他方の該光伝送媒体もしくは光学部品に接触するまでさらに移動する工程、とからなることを特徴とする光学接続方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】光学接続構造およびその光学接続方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、光伝送媒体同士、あるいは光伝送媒体と光学部品との光学接続構造とそれを用いた光学接続方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般的によく用いられる光ファイバの接続方法として、光ファイバ同士、あるいは光ファイバを挿入したフェルール同士などを突き合わせるることにより、物理的に接続する方法がある。その場合の例として、メカニカルスプライス、光コネクタ等が挙げられるが、一般的に永久接続の場合はメカニカルスプライスが、また着脱が頻繁に行われる場合には、光コネクタが有効であり、広く利用されている。両者ともに光ファイバ端面に軸方向の押圧力をかけることによって物理的な接続を行なっているが、光コネクタ接続の場合は、一般的には光ファイバが脆くて弱いために光ファイバをフェルールに挿入して保護し、それにより、光ファイバの端面の物理的接触を可能としている。この物理的な接続において、光ファイバの端面形状は接続特性に大きく影響し、端面の角度のずれや端面形状が荒れていたりすると、突き合わせた光ファイバ端部間に空気が入ることにより、接続端面でフレネル反射が大きくなる為、接続損失が大きくなる。

【0003】

これを改良する方法として、これまで様々な研究がされてきた。その一つとして、例えば光ファイバの端面あるいは光ファイバの端面とフェルールを高度な研磨処理をする方法が挙げられる。しかし、研磨処理には多大な時間と経費が必要であり、汎用的に行われる接続方法としては大きな課題となっていた。

【0004】

さらに、研磨工程を必要とせずに、カットしたままの状態の光ファイバを接続する方法が、検討されてきた。その一つとして、光ファイバの接続端面に光ファイバのコアと同等、あるいは近似した屈折率を有する液状の屈折率整合剤を介在させて接続する方法が提案されている。これは、屈折率整合剤を光ファイバ端面に塗布し、光ファイバを付き合わせることによって、接続端面の空気の侵入を防ぐことで、空気によって生じるフレネル反射を回避し、接続損失を低減する方法である。しかしながら、この場合に使用する屈折率整合剤はシリコン系やパラフィン系の液状、あるいはグリース状のものが一般的に使用されているために、非常に小さな面積である光ファイバ端面に一定量塗布することは困難であり、また過剰に屈折率整合剤が塗布されると、接続部周囲の汚染や、それによる埃などの付着が問題となっている。さらに一般的に光学部品の接続に関しては、着脱可能にすると使い勝手が良くなるが、液状またはグリース状の屈折率整合剤を使用して着脱可能にすると、着脱毎に屈折率整合剤のふき取りや再度一定量塗布するために多大な時間がかかり、作業効率が悪いという問題があった。

【0005】

これに対し、固体の屈折率整合部材を用いる方法が検討されてきた。光ファイバの端面に透明な整合剤フィルムを接着層、粘着材層を介さずに直接密着するように取りつける方法（特許文献1）、または、光ファイバのコアの接続端部にコアの屈折率と近似した屈折率を有した弾性体からなる光学接続部材を使用する方法（特許文献2）がある。しかし、前者は整合材フィルムに密着させるための光ファイバの押圧力の調節が難しく、過剰な押圧力がかかると光ファイバに割れや欠けが起こる可能性があった。後者においても弾性体の弾性力のみでは十分な密着性を得ることができず、結果的に過剰な押圧力がかかる恐れがあった。さらに両者は、光ファイバの接続時の固定状態が維持されないため、屈折率整合部材の機械的あるいは熱的な要因による膨張、収縮による影響を受けやすく、常に安定した接続形態を保つことは困難であった。

【0006】

さらに、光ファイバの接続部に片面に粘着材が塗布された誘電体膜を貼り付ける方法がある（特許文献3）。この方法によれば、片面に粘着性を有することで片側の光ファイバとの密着性及び保持力を上げることができるが、他方の面の密着力が十分でなく、上記と同様に光ファイバが破損する恐れがあった。また粘着層と誘電体膜との2層構造であるために、その層と層との界面の間でも反射が起きるため、接続損失が起きてしまうという問題があった。さらに粘着材層が薄膜であるために、粘着材層表面の強度は弱く、突き合わせた光ファイバの端面や、そのバリによって傷が付き易いという問題があった。

【特許文献1】特許第2676705号公報

【特許文献2】特開2001-324641号公報

【特許文献3】特開昭55-153912号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

以上のごとく、現状の光ファイバに押圧をかけて光ファイバ端面同士を突き当て接続する方法及び屈折率整合剤を用いる方法においては、上記のような問題が発生していた。これらの問題を解決すべく、様々な提案がなされているが、本発明者らは、これら従来の提案よりも簡単な構造で、光ファイバを密着した状態で保持し、さらに簡便に装着、着脱ができ、光学安定性に優れた接続を可能とする光学接続構造及び光学接続方法を提案するものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者らは、光ファイバなどの光伝送媒体同士あるいは光伝送媒体と光学部品との接続の際の上記の課題を解決する手段として、光伝送媒体および光学部品と屈折率整合性を有する粘着性接続部材が、互いに対向する該光伝送媒体の端面もしくは前記光伝送媒体と光学部品との間に介在することを特徴とする光学接続構造が極めて有効であることを見出し、本発明を完成させた（請求項1）。このとき前記粘着性接続部材の接続点における接続後の厚みが、 $50\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい（請求項2）。

【0009】

また本発明の接続構造は、前記粘着性接続部材が、光伝送媒体の端面に対応して変形していることを特徴とする（請求項3）。さらに、前記変形が波状であることを特徴とする（請求項4）。このとき、前記光伝送媒体と前記粘着性接続部材の接触面の中心から該粘着性接続部材の周縁部までの距離の最小値 D と、該光伝送媒体の半径 R とが、 $R < D \leq 60R$ の関係を満たすことが望ましい（請求項5）。

【0010】

さらに本発明の光学接続構造は、前記粘着性接続部材の周縁部に支持材が具備されていてもよく（請求項6）、粘着性接続部材が接続用整列部材の溝に担持されていてもよい（請求項7）。さらに、前記光伝送媒体が、多心の光ファイバであってもよい（請求項8）。

【0011】

本発明の光学接続方法は、光伝送媒体および光学部品と屈折率整合性を有する粘着性接続部材を用いて、該光伝送媒体の端面同士もしくは該光伝送媒体の端面と光学部品を接続する方法であって、互いに対向する該光伝送媒体の端面、もしくは該光伝送媒体の端面と光学部品の間に粘着性接続部材を配置する工程と、一方の光伝送媒体の端面を粘着性接続部材に密着するまで移動する工程と、該一方の光伝送媒体の端面を、前記粘着性接続部材が変形をともなつて他方の該光伝送媒体もしくは光学部品に接触するまでさらに移動する工程、とからなることを特徴とする（請求項9）。本方法において、一方の光伝送媒体の端面を粘着性接続部材に密着するまで移動する工程と、該一方の光伝送媒体の端面を、前記粘着性接続部材が変形をともなつて他方の該光伝送媒体もしくは光学部品に接触するまでさらに移動する工程が、連続的であっても、断続的であっても、いずれでも構わない。

【発明の効果】

【0012】

本発明は、光伝送媒体および光学部品と屈折率整合性を有する粘着性接続部材が、互いに対向する該光伝送媒体の端面もしくは前記光伝送媒体と光学部品との間に介在することを特徴とする光学接続構造とそれを構成する際の光学接続方法であり、その粘着性接続部材の構造が極めて簡単であるため、光反射が起きることなく、かつ粘着性接続部材の濡れ性と接着力により光伝送媒体の端部を容易に密着させ、保持することができる。したがって、安定かつ良好な光学接続を行うことができる。またフィルム状であるために、接続部周囲を汚染することはない。また、本発明を構成する粘着性接続部材は粘着性であるため、柔軟に内部変形させることにより、光伝送媒体端部間に空気が入りにくくなり、高度な研磨工程を必要とせずに接続可能であり、かつ粘着材の復元力により複数回の光学接続を行うことができる。また、粘着性接続部材を光伝送媒体の軸方向に伸びながら平面から波状に変形させることにより、光伝送媒体に過剰な押圧力がかかり難くなり、光伝送媒体が破損することはない。さらに、多心の光ファイバの接続であっても簡単に接続でき、粘着性接続部材が、光ファイバのそれぞれの突き当てに応じて変形するので、光ファイバの突き出し量のばらつきがあった場合でも、光ファイバが破損することは無く、安定した光学接続を行うことができる。また、レンズやフィルタに粘着性接続部材を用いると、最小面積で密着させることができるために容易に剥がすことができ、作業性が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下本発明の光学接続構造を説明する。本発明で用いられる光伝送媒体は、上記で示した光ファイバや光導波路などがあるが、その種類は特に限定されない。光ファイバは何等限定されるものではなく、その用途等に応じて、適宜選択すればよく、例えば、石英、プラスチック等の材料からなる光ファイバを用いることができる。また光導波路はポリイミド光導波路、PMMA光導波路、エポキシ樹脂光導波路などが利用される。また、使用する2つの光伝送媒体の種類が異なっても粘着性接続部材を構成する粘着材の濡れ性により保持できるので、安定して接続することができる。また異なる外径の光伝送媒体であってもコア径が同じであれば、本発明を適用することができる。なお、光ファイバの本数、光導波路の枚数も何等限定されない。

【0014】

本発明を構成する光学部品は、光学レンズ、フィルタ等があり、その種類に関しては特に限定しない。光学レンズは、例えば両凸、両凹、凹凸、平凸、非球面などの各種形状や、コリメートレンズ、ロッドレンズなどが適応でき、フィルタは、例えば一般光通信用フィルタの他、多層膜フィルタやポリイミドフィルタなどが利用できる。

【0015】

本発明の粘着性接続部材は、光伝送媒体あるいは光学部品に接触した時に、両者に適度なタック性をともなう、光伝送媒体の端部に密着するようなシート状物であって、光伝送媒体との間で脱着性を有するものが本発明に供せられる。好ましくは、取り外した光伝送媒体に粘着性物質が付着しない材料がよい。具体的には、高分子材料、例えばアクリル系、エポキシ系、ビニル系、シリコン系、ゴム系、ウレタン系、メタクリル系、ナイロン系、ビスフェノール系、ジオール系、ポリイミド系、フッ素化エポキシ系、フッ素化アクリル系などの各種粘着材をシート状にしたものを使用することができ、中でも耐環境性、接着性の面からは一般的にシリコン系、アクリル系が好ましく使用される。また架橋剤、添加剤、軟化剤、粘着調整剤、下塗り剤等により任意に接着力・濡れ性を調節してよく、耐水性や耐熱性を付加してもよい。なお、材料によっては多孔構造となることもあるが、接続時に粘着性接続部材に適当な押圧力を加えることにより、粘着性接続部材を圧縮すれば、空気をなくすこともでき、光損失に影響を与えない。

【0016】

粘着性接続部材の形状は、特に限定せず、接続部の周囲の環境や仕様に合わせて適宜選択すればよい。例えば、円形状、楕円形状、四角形状、三角形状などがある。また、粘着性接続部材のサイズについても限定せず、仕様に合わせて適宜選択して用いればよい。

【0017】

本発明の粘着性接続部材は、光伝送媒体との間で、および光学部品との間で屈折率整合性を有していることが必要である。この場合の屈折率整合性とは、粘着性接続部材の屈折率と光伝送媒体および光学部品との屈折率との近似の程度をいう。したがって、本発明を構成する粘着性接続部材の屈折率は、光伝送媒体および光学部品の屈折率に近いものであれば特に限定されないが、フレネル反射の回避による伝送損失の面から、それらの屈折率の差が ± 0.1 以内であることが好ましく、さらにより好ましくは ± 0.05 以内であるといよい。なお、仮に光伝送媒体と光学部品の屈折率の差が大きい場合には、光伝送媒体と光学部品の屈折率の平均値と粘着性接続部材の屈折率が上記の範囲内で、近接していることが好ましい。

【0018】

本発明の粘着性接続部材は、シート状であるために、接続部周囲に流れ広がることによる汚染や、埃の付着が起きにくくなり取り扱い性が向上する。また光ファイバ端面同士の間隔を均一に、かつ狭くできるので光損失を低減することができる。光ファイバ端面同士が突き合わされ、挟まれた時の、粘着性接続部材の厚みは $50\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。 $50\mu\text{m}$ 以上である場合は、突き合わされた光ファイバ間の間隔が大きすぎるために光損失が増大し、光伝送用の接続構造として適さない。これは、光ファイバ以外の光伝送媒体を用いた場合でも、光伝送媒体と光学部品の接続の場合でも同様である。より好ましい厚さは $5\mu\text{m}$ 以上、 $30\mu\text{m}$ 以下である。

【0019】

粘着性接続部材の交換は、例えばその表面に埃、あるいは塵が付着したなどの場合に適宜行えばよい。また、交換前の異物混入を防ぐために、粘着性接続部材の片面あるいは両面に保護フィルムを貼り付けておいても良い。なお、光伝送媒体先端部を粘着性接続部材に数回押し当てたり、こすったりすることにより、光伝送媒体端部に付着したゴミや塵を粘着材に付着させた後、粘着性接続部材を交換すれば、光伝送媒体の清掃手段としても利用できる。

【0020】

次に、本発明の光学接続構造の実施態様について、図面を参照して説明する。図1は本発明の接続構造の最も基本的な例を示す平面図であり、光伝送媒体として光ファイバを用いている。図1において、光ファイバ1aと光ファイバ1bの接続端部に、本発明の粘着性接続部材2が設けられている。2本の光ファイバは粘着性接続部材2を介して突き合わされ、それにより光ファイバ1a及び1bが光学的に接続された接続構造になっている。なお、2つの光ファイバ1a、1bは先端より数十mmを被覆除去され、先端がカットされている。

【0021】

粘着性接続部材2は、シート状に構成されており、極めて簡単な構造である。従ってこの1層構造の部材を用いることによって、光反射が起きることなく接続することができるので、低損失な接続を行うことができる。また、光ファイバの端面やバリによって粘着性接続部材に傷が付きにくくなる。さらに、この表面が濡れ性を有することにより、突き合わされる2つの光ファイバの端部に容易に密着することができ、かつその接着力により、光ファイバとの密着性を保持し、同時に屈折率整合性を有しているため、良好な光学接続をすることができる。その上、表面の濡れ性及び接着力があるために、過剰な押圧を加える必要がなく、よって光ファイバの割れや折れが起こる恐れはない。さらに粘着材の特性として再剥離性を有するために、複数回着脱を行っても、繰り返し使用することができる。

【0022】

光伝送媒体の端面同士あるいは光伝送媒体と光学部品が突き合わされる前の粘着性接続部材の初期の厚さについては、突き合わせ時の押圧力に依存するため、適宜最適化した上で、厚みを決定するのがよいが、その厚み t は $1\mu\text{m} \leq t \leq 150\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましい。粘着性接続部材の厚みが $1\mu\text{m}$ より薄くなると取り扱い性が非常に困難になり、また柔軟性が維持できなくなるために、光伝送媒体の突き当てにより光伝送媒体あるいは光学部品の破損を引き起こす可能性が高くなってしまふ。逆に $150\mu\text{m}$ 以上であると

、光伝送媒体を突き当てることによって、粘着性接続部材を変形させた場合でも、光伝送媒体端面同士、あるいは光伝送媒体と光学部品との間隔が空きすぎてしまうために、光損失が大きくなってしまいます。より好ましくは、 $5\mu\text{m} \leq t \leq 100\mu\text{m}$ であるとよい。

【0023】

図2は本発明の光学接続構造の一例を示す平面図であり、光ファイバ1aと光ファイバ1bの接続端部が、粘着性接続部材2を介して突き合わされ、それにより粘着性接続部材2が柔軟に変形している事を示している。このように粘着性接続部材2は内部変形し、その膜厚がある程度厚い場合でも、2本の光ファイバ間の端面を近接させることができる。このため、粘着性接続部材の膜厚を厚くすることができ、その取り扱いが非常に簡便になる。また、突き合わされる光ファイバの端面角度のずれや形状が変形していても、粘着性接続部材が光ファイバの端面に密着しながら内部に凹みながら変形するため、光ファイバ端面間に空気が入りにくくなり、高精度の研磨技術を用いなくても低損失な光学接続を実現できる。また、粘着性接続部材が持つ接着力により、光ファイバに振動、あるいは熱的な形状変化があっても、光ファイバを安定して接続させることができる。さらに粘着材表面の柔軟性により、突き合わせた時における光ファイバ端面の破損がなく、光学接続時の取り扱い性が極めて良好である。さらにまた、粘着性接続部材の柔軟性により復元するため、本発明の構造からの脱着を繰り返すことにより、複数回使用して光学接続することも可能となる。

【0024】

図3(a)～(c)は本発明の光学接続構造の一例を示す平面図、および光学接続方法を示す工程図である。端部を被覆除去し、カットした光ファイバ1a、1b及び粘着性接続部材2は一定の間隔を置いて設置されており、粘着性接続部材2の両端は、図示されていないその他の構成部材により位置が固定されている(図3(a))。一方の光ファイバ1aの端部を粘着性接続部材に密着させるまで移動させる(図3(b))。次に、光ファイバ1aをさらに粘着性接続部材を変形させながら他方の光ファイバ1bに接触させるまで移動させる(図3(c))。それによって、光ファイバ1a、1bを機械的に光学接続した接続構造が形成される。この場合、粘着性接続部材2が変形し、突き合わせる前の粘着性接続部材の端面の位置に対して、突き合わされた光ファイバ端部が異なる位置になり、粘着性接続部材2は平面から波状に変形する。このように、粘着性接続部材が光ファイバの軸方向に伸びながら変形することによって、光ファイバに過剰な押圧力がかかりにくくなり、光ファイバの破損を防ぐことができる。また、一方の光ファイバを固定しておき、もう一方を、上記のように移動させるため、微妙な精度を要する光ファイバの位置合わせが不要となり、実用上、より信頼性のある該光ファイバの接続が可能となる。光ファイバの接続を解除した場合は、粘着性接続部材が粘着材であるため、形状も変形前の形状に戻り、再度同じ粘着性接続部材を使用することができる。このとき、粘着性接続部材が接続される光ファイバの接触部の周辺領域には、一定の間隔または空間が存在することによって、粘着性接続部材が柔軟に伸びながら平面形状から波形形状に変形することが可能となる。なお、この場合の変形とは、粘着材自体が伸びながら変形することを意味するが、図2のような内部に凹む変形を伴いながら変形しても良い。

【0025】

図4に示すのは、光ファイバ1と粘着性接続部材2の接続部を光ファイバの軸と垂直の方向からみた平面図であり、光伝送媒体(光ファイバ1)と粘着性接続部材2が接する面20の中心21から粘着性接続部材2の周縁部22までの距離の最小値Dと、該光伝送媒体の半径Rを示している。粘着性接続部材が上記のように変形するには、Dの値とRの値が、 $R < D \leq 60R$ の関係を満たすことが望ましい。図5(a)～(e)は、種々の形状の粘着性接続部材2に対するDの値を説明する図であり、光ファイバの軸方向から見た平面図である。図中20は光伝送媒体と粘着性接続部材が接する面、21はその面の中心、22は粘着性接続部材2の周縁部を示している。図5(e)のように多心の光伝送媒体を用いた場合は、Dは近接する光伝送媒体の端部の接触位置と光ファイバ中心との最短距離を意味する。ただし、後述する支持材を具備した場合や、何らかの部材で粘着性接続部材を

固定した場合は、Dの値は、支持材、あるいは部材が接触する部分を除いた部分の周縁部と光ファイバ中心との最短距離を示す。このように、粘着性接続部材周辺に一定の空間を持たせることにより、粘着性接続部材が光ファイバを密着させた状態でも、自由度を持ち、柔軟に変形することができる。Dの値が60Rより大きい場合は、光ファイバの突き出しにより、粘着性接続部材の変形量が大きくなり、全体的にたるみやしわが生じ、それにより粘着性接続部材が破れる恐れがあるため、安定的な接続をすることができなくなる。また、光ファイバを取り外したときの粘着性接続部材の復元力も弱くなるため、再使用できなくなる。また、DがRと等しい場合は、光ファイバを突き合わせたときに粘着性接続部材が密着するが、粘着性接続部材が波状に変形することができない。さらにDがRより小さい場合は光ファイバ表面全体に粘着性接続部材が密着しないために、空気に接触し、光損失が増大する。また、Dの範囲は $2R \leq D \leq 30R$ とするのがより好ましい。なお、光伝送媒体が光ファイバのような円柱状でなく、導波路のような四角柱状であるときは、Rの値としては導波路断面の長方形の対角線の半分の長さをRの値として用いればよい。

【0026】

粘着性接続部材を固定するための手段は特に限定しないが、粘着性接続部材が常に固定された状態で使用されることが好ましく、例えば、以下に示すような支持材を用いるのが好ましい。図6(a)～(f)は、本発明における支持材4が具備された粘着性接続部材2の一例を説明する斜視図である。支持材4は粘着性接続部材2を把持でき、かつ少なくともその両端を固定できればよく、その形状は図6(a)のように両端を把持した簡易的な形状であったり、図6(b)のような3方向を固定したコの字形状であったりしてもかまわないが、上下左右方向を安定して把持できる図6(c)、図6(d)のような窓型形状であることがより好ましい。また、光ファイバを固定する接続用整列部材に対して容易に安定した装着が可能のように、図6(e)のようなラッチ部61を設けるなどの工夫を施しても構わない。さらに、支持材を構成する部材の個数についても限定せず、安定化するために図6(f)のように2つの部材により粘着性接続部材を挟み込んだ構造であっても構わない。なお、支持材のサイズについては特に限定せず、使用環境および仕様に応じて適宜選択して用いればよい。また、支持材の材料に関しても、金属類、プラスチック材料、ゴム材料など適宜選択して用いればよい。このように支持材を設け、粘着性接続部材を保持して固定することによって、粘着性接続部材が柔軟に変形することができる。また、支持枠がある場合は、粘着性接続部材の設置作業において、粘着性接続部材に接触することなく取り扱うことが可能となるため、粘着性接続部材表面の汚染や塵などの付着を防止することができる。したがって、粘着性接続部材の交換も容易に行うことができる。

【0027】

図7(a)～(b)は、本発明の接続用整列部材を用いる光学接続構造の一例を示す平面図、および光学接続方法を示す工程図である。その構成は2つの光ファイバ1a、1b、接続用整列部材5、支持材4を具備する粘着性接続部材2からなる。接続用整列部材5は、中央に溝51を有し、溝51を挟んだ両側に1対の貫通孔52a、52bを有している。貫通孔は、光ファイバ素線または光ファイバ心線が挿入できる。光ファイバの接続工程においては、貫通孔に対して垂直になるように粘着性接続部材2を前記溝51に挿入する。次に前記接続用整列部材5の貫通孔52a、52bに、先端を被覆除去しカットした光ファイバ心線1a、1bを挿入し(図7(a))、片方の光ファイバ1aの端部を粘着性接続部材2に押し当てることにより、粘着性接続部材2を他方の光ファイバ1bに突き合わせる(図7(b))。この状態を維持するために光ファイバを固定する。このように接続用整列部材を用いることで、光ファイバ同士の位置合わせを容易に行うことができる。また、接続用整列部材の溝に粘着性接続部材を挿入することにより、粘着性接続部材を接続用整列部材内に収納することができ、取り扱い性と埃・塵の付着防止効果を向上させることができる。

【0028】

前記接続用整列部材の光ファイバの位置合わせ手段および方法は、光ファイバ端面が同軸上で位置合わせされればよく、特に限定されない。図7のように貫通孔を用いて光ファイ

バを挿入したり、あるいはV溝などの整列溝の上に光ファイバを載置してもよい。また、接続用整列部材のサイズは、特に限定されるものではなく、光ファイバの種類または本数によって適宜選択すればよく、その形状も特に限定されるものではない。例えば、半円柱状、直方体状等の形状が挙げられる。さらに貫通孔の構造及び形状も特に限定されるものではなく、V溝基板を用いて、例えばガラスなどの平板を上から押さえ込み、その囲まれた溝を貫通孔としても良く、この場合、光ファイバの載置を上部から行うことが可能となる。また、例えばMTコネクタフェルールなどの既存の部材も、前記接続用整列部材として用いてもよい。さらに接続用整列部材を構成する材料も特に限定されるものではないが、例えばポリアセタール樹脂のような摩擦係数が小さい材料や熱変形しにくいなどの機械特性が良好な材料、ステンレス鋼、三フッ化エチレン樹脂、テトラフルオロエチレン樹脂などの腐食しない材料、もしくは化学物質や溶剤に対して反応性が小さい材料であることが好ましい。

【0029】

また前記接続用整列部材は多数の部材からなっても良く、例えば粘着性接続部材を挿入する溝を有する部材と、貫通孔を有する部材とを組み合わせた構造であってもかまわない。また、貫通孔を有する部材にガイドピン穴などを設けて部材同士を正確に位置合わせできるように加工を施してもかまわない。さらに、貫通孔先端を光ファイバの載置をしやすくするためにコーン状にするなどの加工を施しても良い。前記接続用整列部材に設けられた粘着性接続部材用の溝は、該接続部材を挿入し、固定できればよく、その形状や位置、数については特に限定されない。

【0030】

図8(a)～(c)は、本発明の光ファイバと光学部品との光学接続構造の一例を示す平面図、および光学接続方法を示す工程図である。すなわち、端部を被覆除去し、カットした光ファイバ1と粘着性接続部材2、光学レンズ6からなり、光ファイバ1と、光学レンズ6を光学的に接続する方法を示している。粘着性接続部材2と光ファイバ1及び光学レンズ6は一定の間隔で設置されており、粘着性接続部材2は張られた状態で固定されている(図8(a))。一方の光ファイバ1の端部を粘着性接続部材2に密着させるまで移動させ(図8(b))、次に、光ファイバ1をさらに粘着性接続部材2を変形させながら光学レンズ6に接触させるまで移動させる(図8(c))。それによって、光ファイバ1と光学レンズ6を機械的に光学接続した接続構造が形成される。このように、光学レンズのように中央部より外周部に向けて段階的あるいは連続的に厚みが薄くなるような凸形状の部材であっても容易に適用できる。また、上記方法により、光学部品を固定した状態で安定な接続を行うこともできる。なお、粘着性接続部材は光学レンズに貼り付けることなく、光ファイバの先端面積分だけ光学レンズに接触するようにするとよく、そうすることで容易に粘着性接続部材を光学レンズから剥がすことができる。

【0031】

図9は、本発明の多心接続の光学接続構造の一例を示す平面図である。本光学接続構造は、複数本の光ファイバ1a～1d、接続用整列部材5、粘着性接続部材2から構成され、光ファイバには先端を被覆除去した後カットしてある4心の光ファイバテープ心線7a、7bが用いられている。光ファイバ接続用整列部材5は、中央に溝51を、溝51を挟んだ両側に同軸の一对の貫通孔52を有し、この貫通孔52は並列に一定間隔で4個並べられている。テープ心線、7a、7b中の4本の光ファイバは貫通孔52にそれぞれ挿入され、並列しながら粘着性接続部材2を挟んで、お互い突き合わさっている。このように、本発明では、一枚の粘着性接続部材を用いて複数本の光ファイバ及び光学部品に対して一括接続することができる。また、光ファイバの先端部の突き出し量のばらつきによる光損失が問題になっているが、本発明では、粘着性接続部材が柔軟に変形することができるために、粘着性接続部材が光ファイバの突き出し量に見合った変形をすることができるため、接続時における光ファイバ、あるいは接続用整列部材の破壊が起こることはなく、安定した光学接続ができる。

【0032】

なお、本発明でいう粘着性接続部材が波状に変形するとは、図3(c)、図7(b)、図8(c)および図9に示す形状を称し、光ファイバの端面を粘着性接続部材の表面に接合する際に生じる起伏を伴った変形を意味する。図9についていうならば、当該変形により接続の前後で光ファイバの端面の位置が変動し、対向する光ファイバの端面との密着性が保持される。以下、本発明の光学接続構造および光学接続方法を実施例によって説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【実施例1】

【0033】

図10(a)～(c)は、本実施例における光学接続構造を示す平面図、および光学接続方法を示す工程図であり、アクリル系のフィルム状の粘着性接続部材2(サイズ3mm×3mm)を用いて、光ファイバ1a、1bを光学接続したものである。すなわち、2個のV溝基板8a、8b(サイズ5mm×10mm)を、V溝断面を光学顕微鏡で位置合わせし、次いで、0.05mmのスリット91を設けたガラス基板9(サイズ10mm×20mm)上にスリットから0.2mmの位置にV溝端部を合わせ、V溝基板8a、8bをガラス基板9に接着剤で固定した。その後、フィルム状の粘着性接続部材2をガラス基板9のスリット91に通して、ガラス基板表面に垂直に位置させた。その後、両方のV溝基板8a、8bのV溝内に光ファイバ1a、1bを位置させ、V溝に沿わせて光ファイバ1a、1bを平行移動させ、光学顕微鏡で観察しながら、光ファイバ素線1bの端部をV溝基板8bから適当な距離に位置させた後、光ファイバ1bを平面板12bとV溝基板8bで挟み込み、UV接着剤でV溝基板8上に固定した(図10(a))。次いで、もう一方の光ファイバ素線1aを、フィルムに密着するまで移動し(図10(b))、さらに両方の光ファイバと密着するまでフィルム状の粘着性接続部材2を押しつけた。そのあと、光ファイバ1aを平面板12aとV溝基板8aで挟み込み、さらに光ファイバ固定ジグ14で、平面板12aとV溝基板8aをに挟み込み、これらを固定した(図10(c))。なお、本実施例においては、 $R=62.5\mu\text{m}$ 、 $D=1.5\text{mm}$ であり、 $D=24R$ であった。また、光ファイバが突きあわされたあとの粘着性接続部材の厚さは $10\mu\text{m}$ であった。

【0034】

アクリル系のフィルム状の粘着性接続部材の作製方法については、n-ブチルアクリレート/メチルアクリレート/アクリル酸/2-ヒドロキシエチルメタクリレート共重合体(=82/15/2.7/0.3)からなるアクリル系樹脂の30%酢酸エチル溶液100部に、コロネートL(日本ポリウレタン工業社製)1.0部を添加して混合し、この塗布液を、剥離剤を塗工した厚さ $50\mu\text{m}$ のPETフィルムの一面に、乾燥後の膜厚が $25\mu\text{m}$ になるように塗工した。なお、粘着材フィルムの屈折率をアツベ屈折率計で測定したところ、1.465であった。使用する光ファイバについては、2本の石英光ファイバ心線(古河電工社製、径 $250\mu\text{m}$ 、シングルモード)を用い、被覆を端部から25mmだけ、ファイバストリッパーで除去し、光ファイバ素線をむき出しにし、端部より10mmのところまで光ファイバ素線をファイバカッターでカットした。

【0035】

このようにフィルム状の粘着性接続部材は、極めて簡単な1層構造であるため、反射が起きることなく低損失な接続を行うことができた。また、屈折率整合性を持ちながら、粘着性接続部材の濡れ性により容易に光ファイバの端部に密着し、かつその接着力により、適当な押圧力で光ファイバと粘着性接続部材との密着性を保持することができた。また粘着性接続部材は柔軟であるため、光ファイバ端面が破損することなく、極めて良好な取り扱い性で光学接続を行うことができた。また、粘着性接続部材は変形しやすいため、光ファイバ端部と粘着性接続部材間には、高精度の軸方向位置合わせ手段を必要としなくても良く、作業性を向上させることができた。また、光ファイバの位置合わせをするV溝基板に粘着性接続部材を接触させる必要が無く、該粘着性接続部材を容易に交換して再接続することもできた。なお、本実施例において100回の着脱試験を行い、光ファイバの接続損失を測定したところ、光損失変動は0.2dB以下であり、同じ粘着性接続部材を用いて、常に安定した出力を維持でき、光学接続構造として、十分使用可能なことが判った。

【実施例 2】

【0036】

図 11 は本実施例の光学接続構造を示す平面図である。4 本の光ファイバ同士の光学接続を実現するにあたり、2 本の 4 心光ファイバテープ心線 7a (このテープ心線中の光ファイバは 1a ~ 1d) と 7b、およびガラス基板 9 上に固定された 4 本の V 溝を持つ V 溝基板 8 を 2 つ用いた以外は、実施例 1 と同様に行い、一枚の粘着性材料フィルムからなる粘着性接続部材 2 で、4 本の光ファイバを簡単に光学接続することができた。また、カットした光ファイバの長さを計測したところ、4 本の光ファイバ素線間で $\pm 10 \mu\text{m}$ 程度のばらつきがあったが、粘着性接続部材が柔軟に変形して各々の光ファイバに密着、固定できるので、光ファイバ素線間の光損失変動のばらつきも小さく、100 回の着脱試験において、光損失変動は各心線で 0.3 dB 以下であり、同じ粘着性接続部材を用いて、常に安定した出力を維持でき、光学接続構造として、十分使用可能なことが判った。

【実施例 3】

【0037】

使用するファイバを同じコア径をもつ石英系光ファイバ (古川電工製) とプラスチック製光ファイバとし、実施例 1 と同様の方法で光ファイバを光学的に接続した。このように材料の異なる光ファイバ同士であっても、フィルム状の粘着性接続部材の濡れ性により、該接続部材が光ファイバを保持でき、安定して接続することができた。なお、実施例 3 において 100 回の着脱試験を行い、光ファイバの接続損失を測定したところ、光損失変動は 0.3 dB 以下であり、同一の粘着性接続部材を用いて、常に安定した出力を維持でき、光学接続構造として、十分使用可能なことが判った。

【実施例 4】

【0038】

図 12 (a) ~ (c) は本実施例の光学接続構造を示す平面図、および光学接続方法を示す工程図であり、光ファイバ 1 とロッドレンズ 11 を接続する際に実施例 1 で使用したフィルム状の粘着性接続部材 2 を用いたものである。すなわち、実施例 1 と同様に光ファイバ素線 1 をガラス基板 9 上の V 溝基板 8 の V 溝に設置した。一方、ロッドレンズ 11 (m f l e n d s 社製 外径 $2 \text{ mm } \phi$) を $2.1 \text{ mm } \phi$ の貫通孔 52 を有する接続用整列部材 5 (サイズ $5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$) に貫通させ、ロッドレンズ端面を接続用整列部材端面から適当な距離に位置させて接着剤で固定し、ロッドレンズ 11 が V 溝と位置合わせされた状態にし、さらにガラス基板 9 のスリット 91 から 0.05 mm の位置に V 溝基板 8 及び接続用整列部材 5 をガラス基板表面に接着剤で固定した。その後、粘着性接続部材 2 をスリット 91 に挿入して設置した (図 12 (a))。次に、光ファイバ 1 を V 溝に這わせる様に移動させて (図 12 (b))、光ファイバ 1a の端面を粘着性接続部材 2 に突き当て、該部材を変形させることにより、該部材の反対側をロッドレンズ 11 に接触させた。その後、光ファイバ 1 を平面板 12 と V 溝基板 8 で挟みこみ、さらに光ファイバ固定ジグ 14 でそれらを挟み込み固定した (図 12 (c))。このように、光ファイバとレンズのようにサイズの異なる光伝送媒体間の接続であっても、光ファイバを押し当てて粘着性接続部材を変形させることによって、レンズと該部材は最小限の面積で接触するので、両者の取り外し作業時には簡単に剥がすことが可能であった。

【実施例 5】

【0039】

図 13 (a) は、本実施例の光学接続構造を示す斜視図であり、図 13 (b) ~ (d) は本実施例の光学接続方法を示す工程図である。図 13 (a) に示すように、実施例 1 で用いた粘着性を有するフィルム状の粘着性接続部材 2 を、中央に空洞 (2 mm 角) を有する透明のプラスチック樹脂の支持枠 (3 mm 角厚み 0.1 mm) 2 枚で挟み込み、粘着性接続部材を内包したカートリッジ 13 を作製した。粘着性接続部材内包カートリッジ 13 は図 6 (f) に示したような形状になる。このカートリッジ 13 を図 13 (a) に示す接続用整列部材 5 に装着して 2 本の光ファイバ 1a、1b の接続に使用した。すなわち図 13 (a) において、接続用整列部材 5 (サイズ $10 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 4.2.1 \text{ mm}$) は中央

に0.25mmの溝51と1対の貫通孔52a、52b($\phi 0.125$)を有している。この接続用整列部材5の溝51に粘着性接続部材内包カートリッジ13を垂直に挿入した。先端25mmを被覆除去し、カットした2本の光ファイバ1a、1bを、貫通孔52a、52bにそれぞれ挿入し、片方の光ファイバ1bは貫通孔端部より適当量突き出して、接続用整列部材5の端部に接着剤10bで固定した(図13(b))。そして、他方の光ファイバ1aを粘着性接続部材2側にゆっくり押し込んで粘着性接続部材内包カートリッジ13の中の粘着性接続部材2に突き当て(図13(c))、該部材を変形させながら該部材の反対側をもう一方の光ファイバに接触させた。その後、接続用整列部材に光ファイバ1aを接着材10aで固定した(図13(d))。

【0040】

このように粘着性接続部材をカートリッジに内包し、支持棒を介して接続用整列部材と一体化することで、構造的に安定した光学接続が可能であった。また、支持棒を介することから接続用整列部材と粘着性フィルムからなる粘着性接続部材の距離を一定に保つことができ、フィルム状粘着性接続部材の変形をコントロールしやすくなり、取り扱い性、作業性を向上させることができた。さらにカートリッジにしたことにより、光ファイバの位置合わせ用の接続用整列部材に接触する必要がなくなり、接続作業がさらに簡単になり、作業効率および生産効率が向上した。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明の接続構造の最も基本的な例を示す平面図である。

【図2】本発明の光学接続構造の一例を示す平面図である。

【図3】(a)～(c)本発明の光学接続構造の一例を示す平面図、および光学接続方法を示す工程図である。

【図4】本発明の光ファイバと粘着性接続部材の接続部を光ファイバの軸と垂直の方向からみた平面図であり、光伝送媒体と粘着性接続部材が接する面の中心から粘着性接続部材の周縁部までの距離の最小値Dおよび光伝送媒体の半径Rを示している。

【図5】(a)～(e)本発明の粘着性接続部材の種々の形状に対するDの値を説明する平面図である。

【図6】(a)～(f)本発明の支持体を具備した粘着性接続部材の例を示す斜視図である。

【図7】(a)、(b)本発明の接続用整列部材を用いる光学接続構造の一例を示す平面図、および光学接続方法を示す工程図である。

【図8】(a)～(c)本発明の光ファイバと光学部品との光学接続構造の一例を示す平面図、および光学接続方法を示す工程図である。

【図9】本発明の多心接続の光学接続構造の一例を示す平面図である。

【図10】(a)～(c)本発明の光学接続構造の実施例の一例を示す平面図、および光学接続方法の実施例の一例を示す工程図である。

【図11】本発明の光学接続構造の実施例の一例を示す平面図である。

【図12】(a)～(c)本発明の光学接続構造の実施例の一例を示す平面図、および光学接続方法の実施例の一例を示す工程図である。

【図13】(a)本発明の光学接続構造の実施例の一例を示す斜視図である。(b)～(d)光学接続方法の実施例の一例を示す工程図である。

【符号の説明】

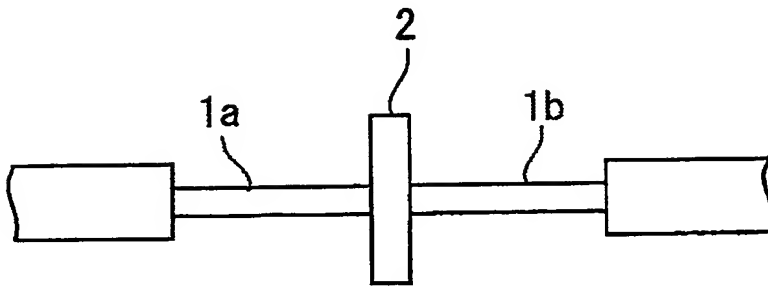
【0042】

1、1a～1d…光ファイバ、2…粘着性接続部材、4…支持材、5…接続用整列部材、6…光学レンズ、7a、7b…光ファイバテープ心線、8、8a、8b…V溝基板、9…ガラス基板、10、10a、10b…接着剤、11…ロッドレンズ、12、12a、12b…平面板、13…粘着性接続部材内包カートリッジ、14…光ファイバ固定ジグ、20…光ファイバと粘着性接続部材が接する面、21…光ファイバと粘着性接続部材が接する面の中心、22…粘着性接続部材の周縁部、51…溝、52、52a、52b…貫通孔、

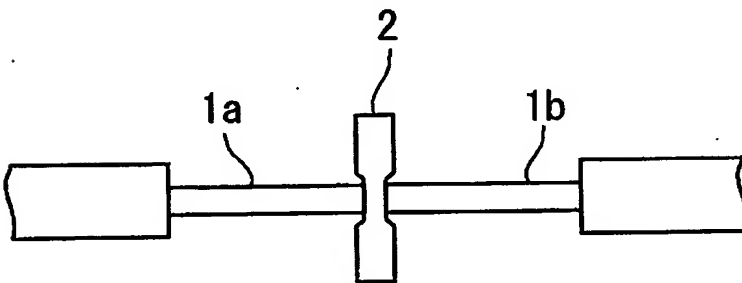
6 1 ...ラッチ、9 1 ...スリット

【書類名】 図面

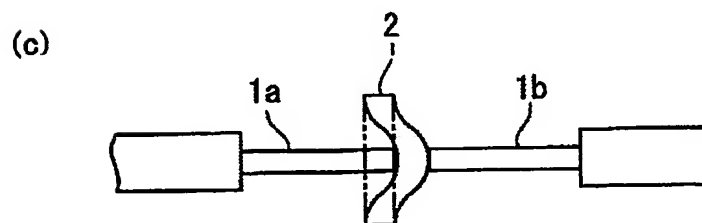
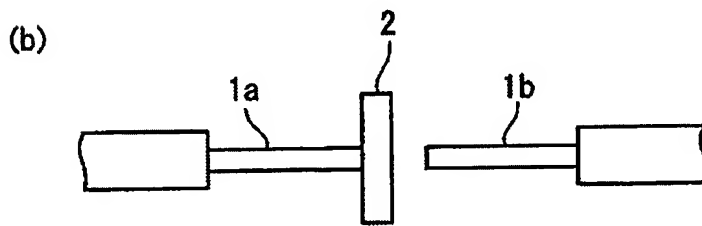
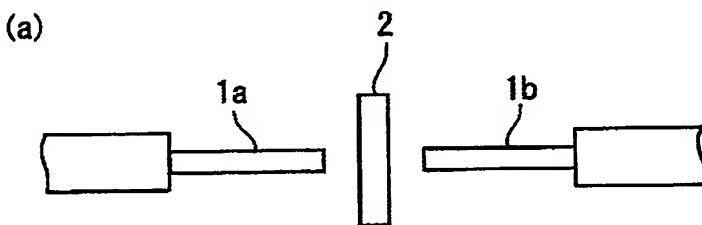
【図 1】



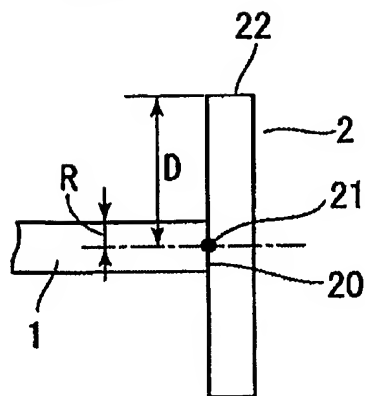
【図 2】



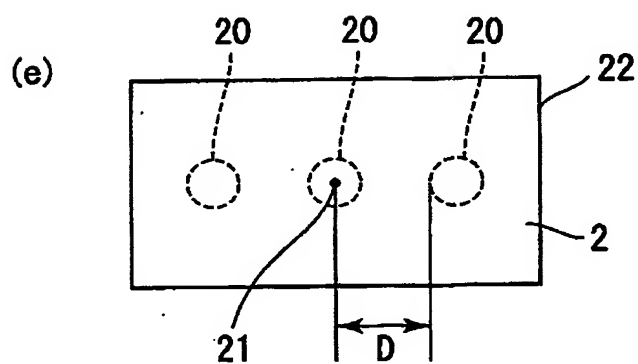
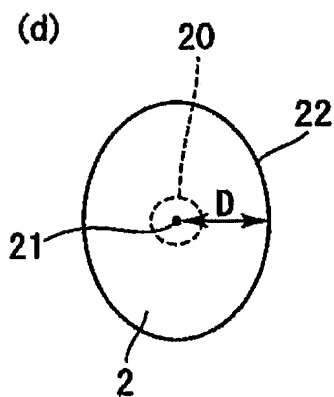
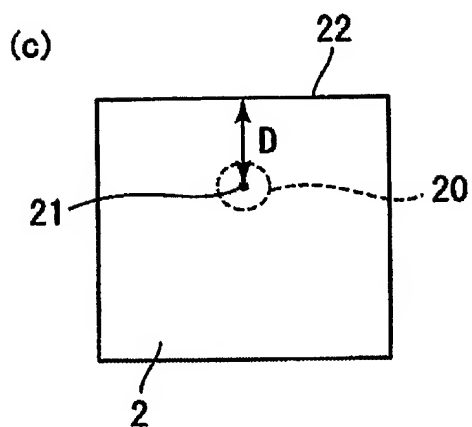
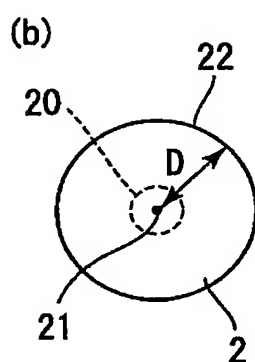
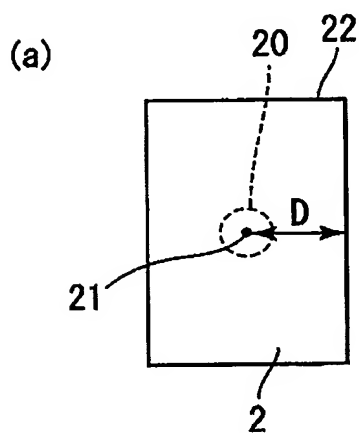
【図 3】



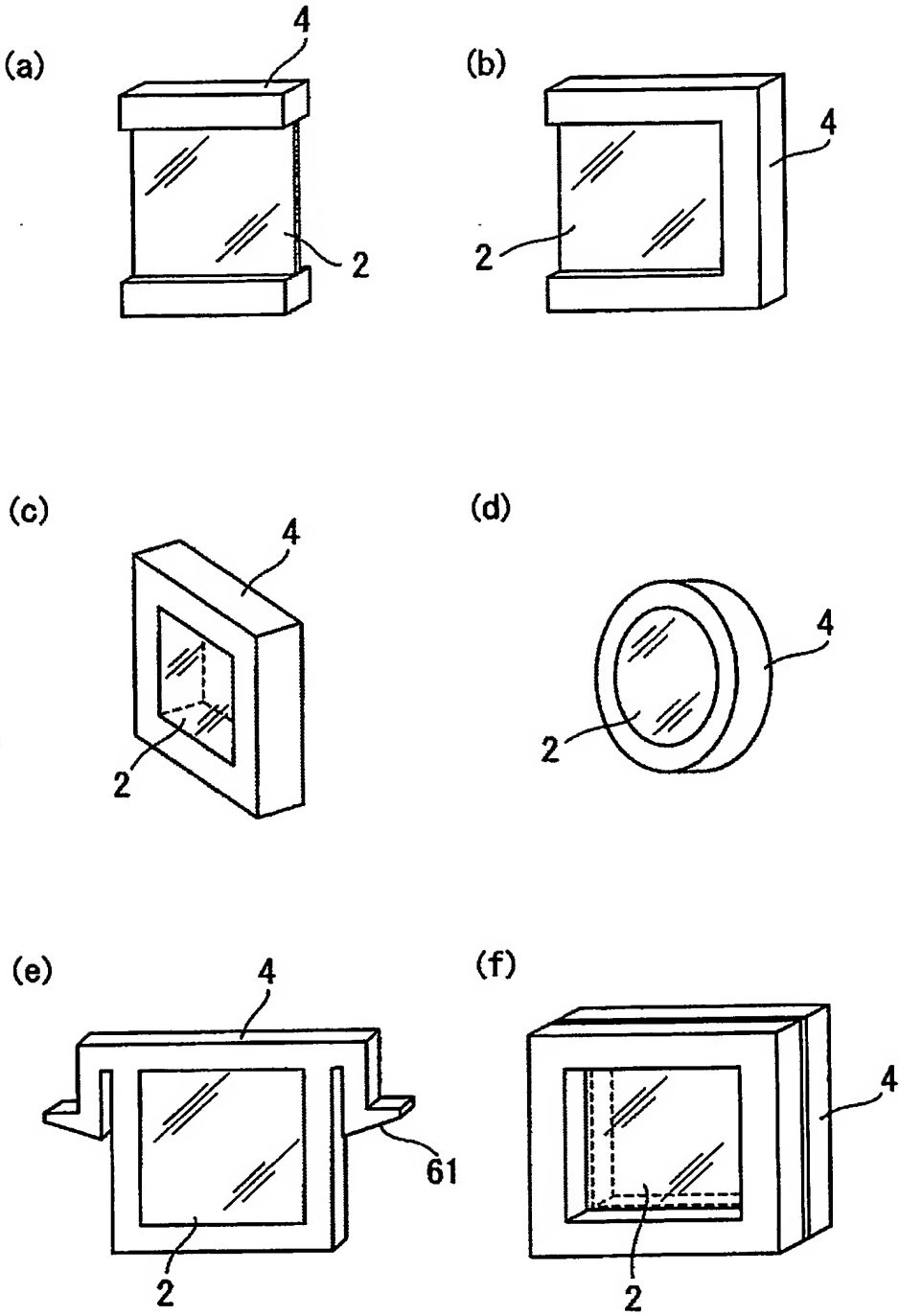
【図 4】



【図 5】

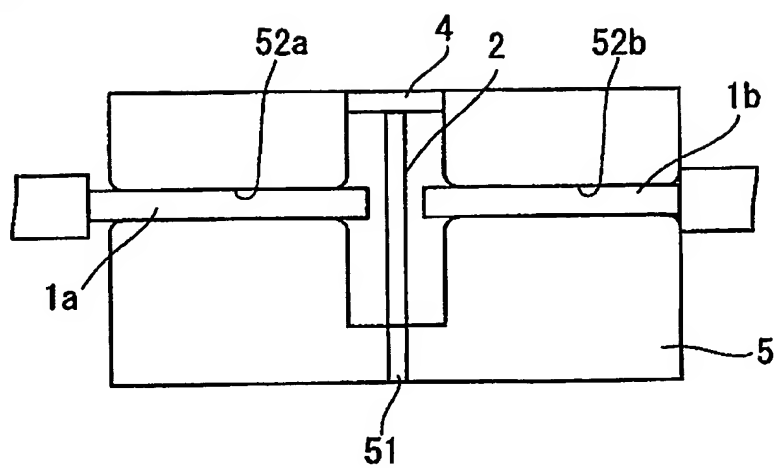


【図 6】

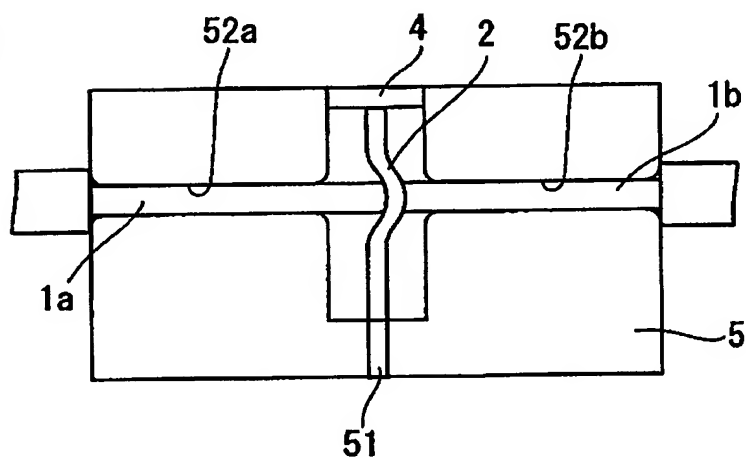


【図 7】

(a)

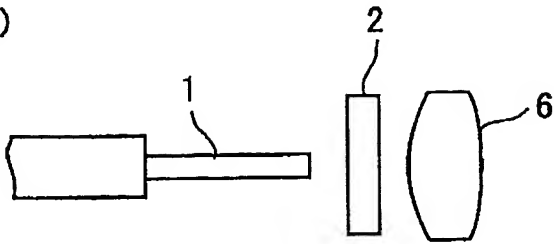


(b)

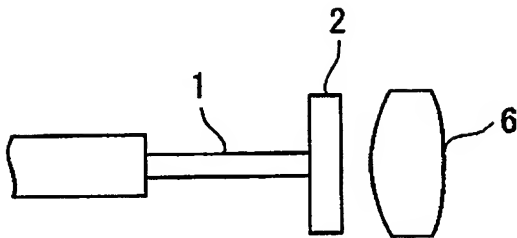


【図 8】

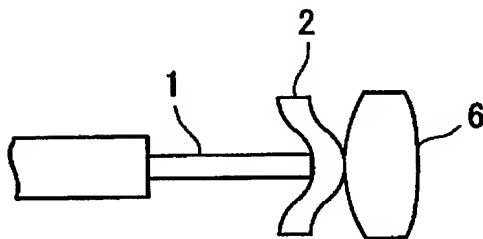
(a)



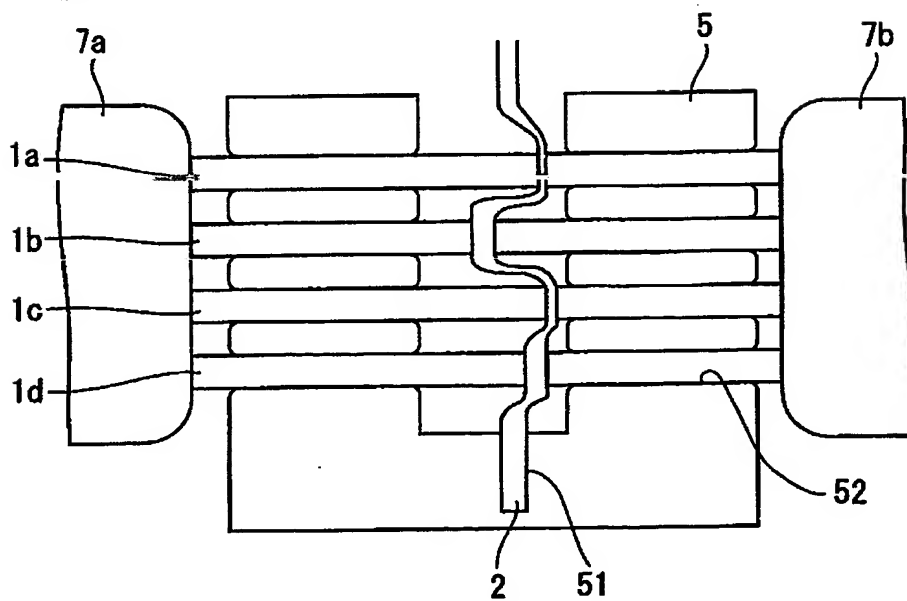
(b)



(c)

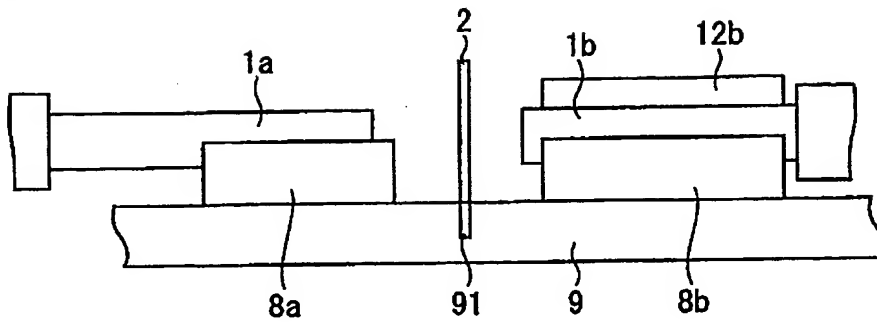


【図 9】

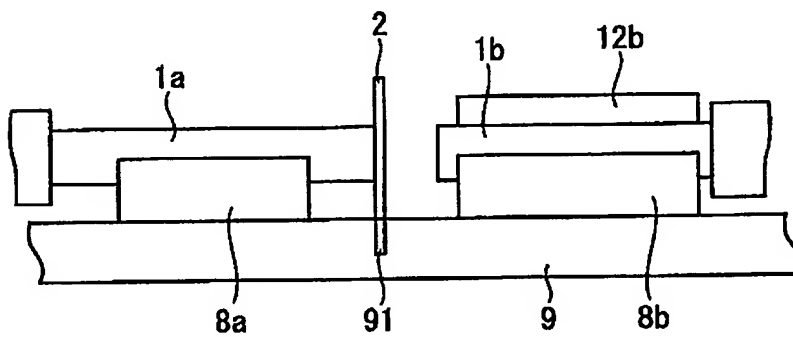


【図 10】

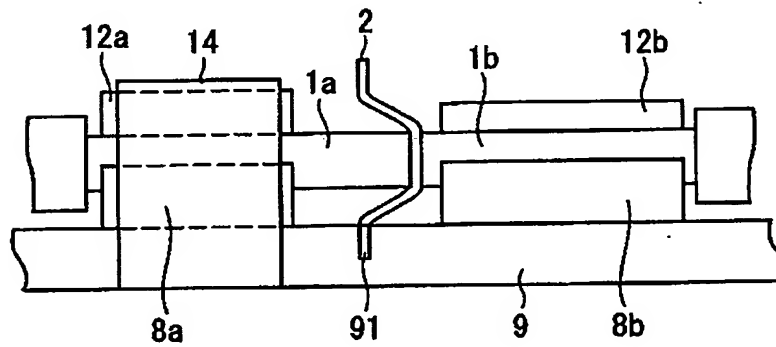
(a)



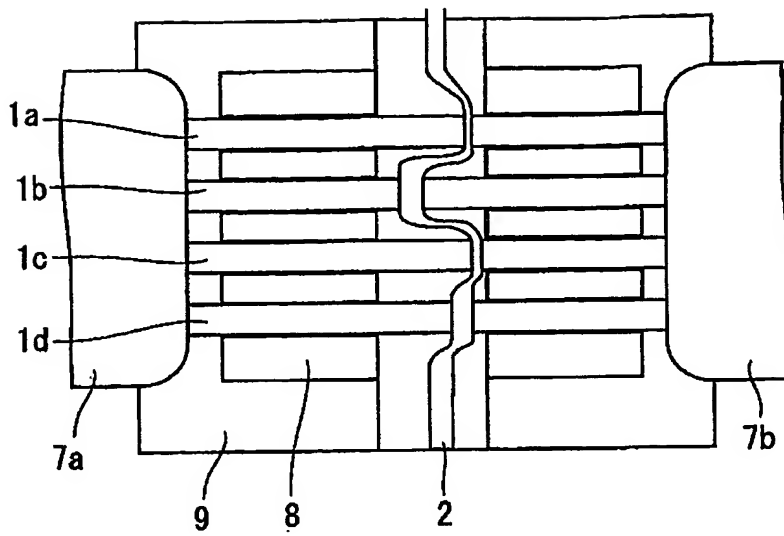
(b)



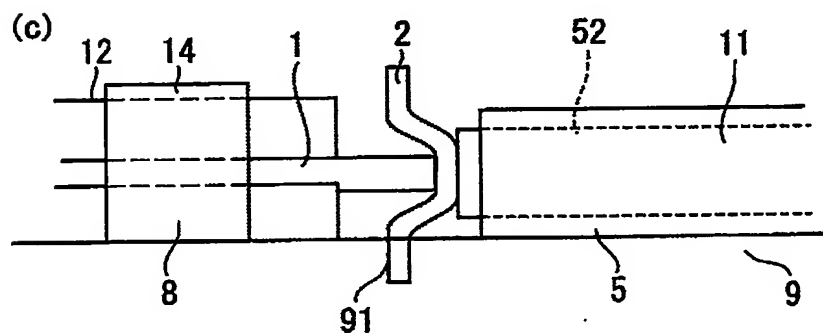
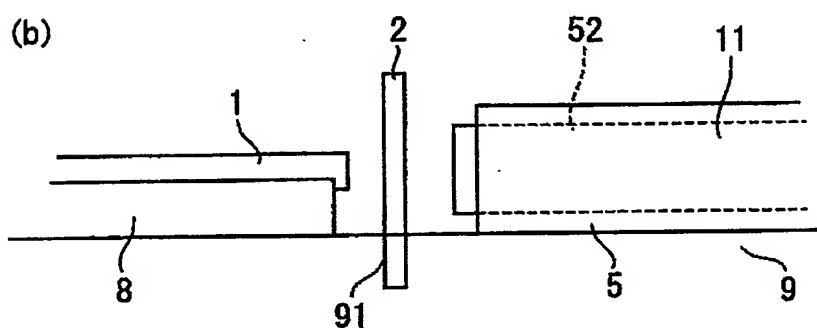
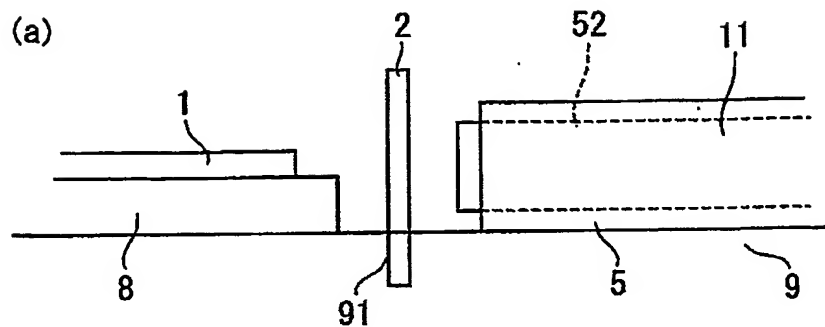
(c)



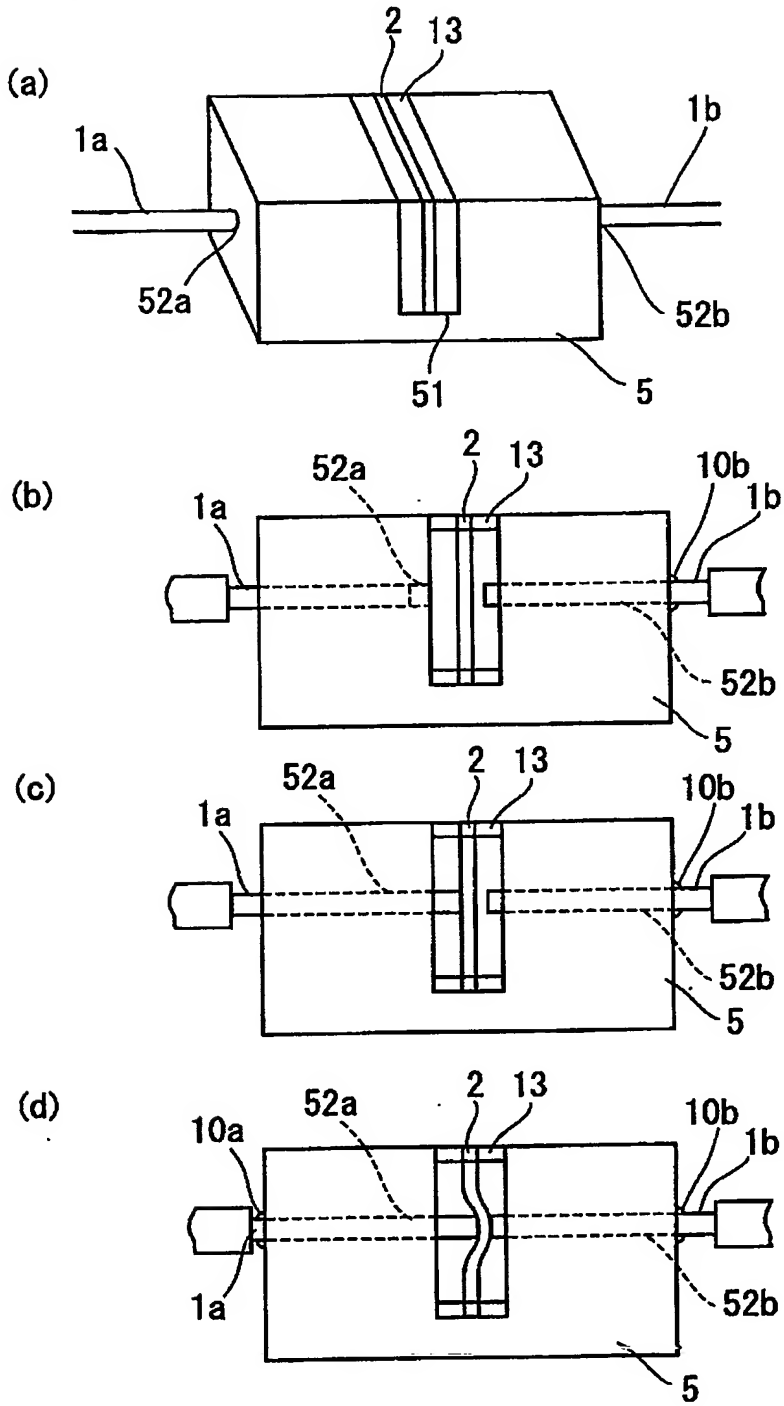
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

光ファイバの端面同士あるいは光ファイバと光学部品の接続において、従来の光ファイバに押圧をかけて光ファイバ端面同士を突き当てて接続する方法、あるいは屈折率整合剤を用いる接続方法では、光ファイバの破損、光ファイバの汚染あるいは接続作業に時間を要するなどの問題がある。本発明は、これらの問題を解決し、簡単な構造で、光ファイバを密着した状態で保持し、さらに簡便に装着、着脱ができ、光学安定性に優れた接続を可能とする光学接続構造及び光学接続方法を提供することを目的とする。

【解決手段】

光伝送媒体および光学部品と屈折率整合性を有する粘着性接続部材が、互いに対向する該光伝送媒体の端面もしくは前記光伝送媒体と光学部品との間に介在することを特徴とする光学接続構造、および、該接続構造を用いた光学接続方法である。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-388707
受付番号	50301906892
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成15年11月20日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年11月19日

特願 2 0 0 3 - 3 8 8 7 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 5 3 5 9 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 3 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都中央区京橋 1 丁目 5 番 1 5 号

氏 名

株式会社巴川製紙所

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017065

International filing date: 17 November 2004 (17.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-388707
Filing date: 19 November 2003 (19.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 20 January 2005 (20.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.